

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-332192

(43)Date of publication of application : 14.12.1993

(51)Int.Cl. F02D 45/00
F02D 45/00
F02D 45/00
G01L 23/22

(21)Application number : 04-142877

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

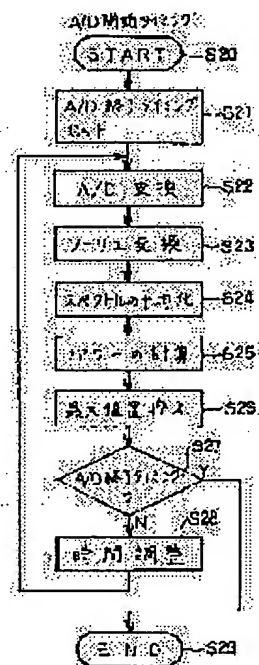
(22)Date of filing : 03.06.1992

(72)Inventor : SAKAKIBARA KOJI
HIRATA YOSHIHIKO

(54) KNOCKING CONTROL DEVICE FOR ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To avoid obstacle in judgment even in case that data number is varied in every engine speed by judging knock generation in a mean level of a spectrum.
CONSTITUTION: Analog-to-digital conversion S22 of a knock sensor signal is started at the starting time of knock gate. In every A/D conversion, the converted value is Fourier transformed (S23). Then, mean spectrum of a specified frequency corresponding to a knock is obtained (S24) from the result of the Fourier-transformation S23. This operation is repeated during the knock gate period in every specified time. Presence of knock generation is judged from the mean level of the spectrum of the specified frequency corresponding to the knock during the knock gate period.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.02.2002

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2002-04712

[Date of requesting appeal against examiner's] 19.03.2002

THIS PAGE BLANK (USPTO)

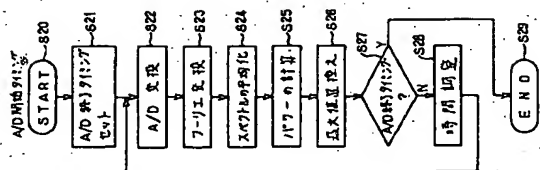
| (51)Int.Cl. ⁴ | 検列記号 | 庁内処理番号 | F I | 特許表示箇所 |
|--------------------------|-------|-----------|-----|--------|
| F 0 2 D 45/00 | 3 8 8 | C 7538-3G | | |
| | | B 7538-3G | | |
| | 3 4 5 | B 7538-3G | | |
| | 3 5 8 | C 7538-3G | | |
| G 0 1 L 23/22 | | 8008-2F | | |

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

| | | | |
|----------|----------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特開平4-142877 | (71)出願人 | 000004280 日本電装株式会社 |
| (22)出願日 | 平成 4 年(1992) 0 月 3 日 | (72)発明者 | 夏知順利谷市昭和町1丁目1番地 徳原 裕二 |
| | | (72)発明者 | 夏知順利谷市昭和町1丁目1番地 日本電 装株式会社内 |
| | | (72)発明者 | 平田 喜彦 |
| | | (74)代理人 | 夏知順利谷市昭和町1丁目1番地 日本電 装株式会社内 弁理士 龍米 裕彦 |

(54)【発明の名称】 エンジン用ノック制御装置

(57)【要約】
【目的】 スペクトルの平均レベルでノック判定するの
で、回転数毎にデータ数が変わっても判定に支障を来す
ことがない。
【構成】 ノックゲートの開始時期よりS22にてノッ
クセンサ信号のA/D変換を開始し、このA/D変換毎
にS23にてその値をフーリエ変換した後、S24にて
フーリエ変換した結果からノックに対応する特定周波数
のスペクトルを平均化してノックゲート期間の間、所定
時間ごとにこれを繰り返し、ノックゲート期間の間のノ
ックに対応する特定周波数のスペクトルの平均レベルか
らノック発生の有無を判定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンのノックに応じた振動を検出す
るノックセンサと、
このノックセンサ信号の高周波成分を減衰させるローパ
スフィルタと、
このフィルタの出力を所定期間中A/D変換するA/D
変換器と、
ノック判定のための特定の周波数を選択する特定周波数
選択手段と、
ノック判定のためのA/D変換のゲート期間を設定する
タイミミング制御手段と、
前記A/D変換器のA/D変換値をA/D変換ごとにフ
ーリエ変換するフーリエ変換手段と、
前記A/D変換器のA/D変換ごとに前記フーリエ変換
手段でフーリエ変換することにより得られたスペクトル
を平均化する平均化手段と、
この平均化の結果に基づいてノック判定をするノック判
定手段と、
このノック判定手段のノック判定結果に応じてノックを
制御するノック制御手段とを備えることを特徴とするエ
ンジン用ノック制御装置。

【請求項2】 前記フーリエ変換手段は前記A/D変換
器のA/D変換とA/D変換との間の時間を利用してフ
ーリエ変換を実行することを特徴とする請求項1記載の
エンジン用ノック制御装置。

【請求項3】 前記ノック判定手段はゲート期間内のス
ペクトルの平均レベルの最大バリューに基づいてノックを
判定することを特徴とする請求項1または2記載のエ
ンジン用ノック制御装置。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【産業上の利用分野】 本発明はA/D変換中にフーリエ
変換の回転因子と前回のA/D変換値との乗算を実行
し、スペクトル強度を平均化してノック判定するエン
ジン用ノック制御装置に関する。

【0002】
【従来の技術】 従来の技術として、ノックの振動に伴う複
数の周波数のパワーをFFT (高速フーリエ変換: Fas
t Fourier Transform) で計算してノック検出する技
術がある (例えば、特開平3-47449号公報)。

【0003】 しかしながら、この方法には、①サンプリ
ング数を2にする必要があるため、ゲート期間に制約が
ある。②FFTはDFT (離散状態フーリエ変換: Dis
crete Fourier Transform) より計算量が少ないが、
それでもサンプリングが全て終了してから計算を始める
ので、ゲート期間の終了から次のゲート期間の開始まで
の間に計算を終了するのは困難である。ここで、計算を
間に合わせようとするのは、データ数を少なくする必要が
あり、精度が悪化する。③サンプリングしたデータをR
AMに格納しておく必要があり、RAMを多量に増や

す。④FFTの精度を保つためにゲート期間 (ノックセ
ンサ信号の処理区間) を広くとる必要があるが、ゲート
期間を広くとると、図2のようにノック以外のノイズの
成分も増えるため、S/Nが悪化する。等の問題点があ
る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、①ノックの
ように数個のスペクトル強度のみが重要な場合は、DFT
の方がFFTよりも処理負荷が小さい場合がある。②
DFTならばデータ数に制限がないため、ノックゲート
を自由に設定できる。③DFTはデータサンプリング速
度でも計算を進めることができるので、サンプリング終
了からノック判定までの時間を短くすることができる。
④ノック検出の場合、エンジン回転数毎にノック振動の
継続時間、したがって、データ数が異なるので、パワ
ーの合計でノック検出するよりも、1データ当りのパワ
ーの平均でノック検出すべきである。⑤DFTを使ってゲ
ート途中での振動パワーの最大値を算出することによ
り、S/Nを上向きさせることができる。という点に着目
し、A/D変換中の時間を利用して、特定の周波数成分
に対応するフーリエ変換の回転因子とA/D変換データ
の乗算を実行し、これを基にスペクトルの1データ当り
の平均レベルを求め、この平均レベルに基づいてノック
判定をするように、上記問題を解決することを目的
とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 そのため本発明は図1に
示すごとく、 エンジンのノックに応じた振動を検出す
るノックセンサと、このノックセンサ信号の高周波成分
を減衰させるローパスフィルタと、このフィルタの出力
を所定期間中A/D変換するA/D変換器と、ノック判
定のための特定の周波数を選択する特定周波数選択手段
と、ノック判定のためのA/D変換のゲート期間を設定
するタイミミング制御手段と、前記A/D変換器のA/D
変換値をA/D変換ごとにフーリエ変換するフーリエ変
換手段と、前記A/D変換器のA/D変換ごとに前記フ
ーリエ変換手段でフーリエ変換することにより得られた
スペクトルを平均化する平均化手段と、この平均化の結
果に基づいてノック判定をするノック判定手段と、この
ノック判定手段のノック判定結果に応じてノックを制御
するノック制御手段とを備えることを提供するものであ
る。

【0006】

【作用】 タイミミング制御手段により、ノックゲートが開
きA/D変換開始、スペクトルの初期化がされる。A/
D変換値をとり込み、特定周波数選択手段からノック周
波数が複数個選択され、これに対応したフーリエ変換が
フーリエ変換手段で実行される。尚、この変換はA/D
変換～A/D変換の間で実行される。フーリエ変換結果
に基づいて、スペクトルの平均化が平均化手段において

実行される。この平均レベルに応じて、ノック判定、ノック制御が実施される。

[0007]

【実施例】以下、本発明を実施例を用いて説明する。図3において、1はエンジンのノックに応じた振動を検出するノックセンサであり、周波数に対する出力特性がフットなものである。2はおりかえし増幅検出用のローパスフィルタである。3はノックセンサ信号をデジタル処理してノックを判定するA/D変換器3aを内蔵したDSP（デジタルシグナルプロセッサ）である。4はDSP3からのノック判定結果に応じてエンジンの点火時期、空燃比等のノック制御要因の制御量を計算するECM（エンジン制御用マイクロコンピュータ）である。

[0008] 図4はある特定の角度、例えば上死点後（BTDC）10℃Aのタイミンで実行されるDSP3の処理内容を示す。S10からルーチンが始まり、S11でA/D変換のゲート期間を設定するために

$$X(n) = \sum_{i=1}^{n-1} X(i) W_n \quad (n=0, 1, \dots, N-1)$$

ここで、 $X(n)$ は時系列データ X の n の順番を示すインデックス、 n は時系列データの総数、 k は周波数を規定するインデックス、 $X(k)$ は k で定まる周波数のスペクトル、 W_n は回転因子であり、

[0011]

$$W_n = e^{-j(2\pi/N)kn}$$

$$= \cos(2\pi/N \cdot k \cdot n) - j \sin(2\pi/N \cdot k \cdot n)$$

[0014] であり、 $k, n = N$ で W_n は1周し、その後は繰り返される。例えば $N=128$ 、 A/D サンプル周波数 $f_s = 50 \text{ KHz}$ とすると、周波数の分解能 Δf は $\Delta f = 50 \text{ KHz} / 64$ となる。周波数 $f=1$ 、 5 KHz ($k=16$ に対応) に着目すると、 $n=128/16=8$ 、つまり8データで W_n は1周することとなる。

[0015] したがって、12.8 KHzの定常信号をDFTする場合、切りの8データまでの結果の平均と128データまでDFTした平均とは全く同じ値になる。すなわちデータ数さえある程度多ければ、 $N=128$ のデータで処理せずとも、それより少ないデータ数で本質をとらえることができる。したがって、 $N=128$ でも $N=100$ まででDFTをうちきつても妥当な値を得ることができる。

[0016] また、 W_n はあらかじめ計算結果をROM

A/D変換開始タイミンでセットされる。このA/D

変換のゲート期間を設定するためのA/D変換開始及び終了のタイミンは、例えば図7にあるようにエンジン回転数によって定まっている。S12でノック判定用に選定した特定の周波数のスペクトルを計算するRAM値（スペクトルの実部、虚部の平均レベル $\text{PMA}(k)$ 、 $\text{XIM}(k)$ ）及びバダーの最大値 $\text{PMA}(k)$ がクリップされる。S13でルーチンが終了する。

[0009] 図5はA/D変換開始タイミンで実行されるDSP3の処理内容を示す。S20からルーチンが始まり、S21でA/D変換終了タイミンでセットされる。S22でその時点でのノックセンサ1の出力信号をA/D変換する。S23でこのA/D変換値 $X(n)$ をフリー変換する。ここは本発明のハイブリッド1つとなるので詳しく説明する。DFTの変換式は、

[0010]

$$W_n = e^{-j(2\pi/N)kn}$$

[0012] である。この回転因子 W_n は、

[0013]

[数3]

$$= \cos(2\pi/N \cdot k \cdot n) - j \sin(2\pi/N \cdot k \cdot n)$$

Mに書き込んでおき、適宜値を読み出すことによりDFTの計算が可能になる。この W_n は単純に考えれば、各 k に対し実部と虚部で $128 \times 2 = 256$ 個必要だが、 W_n の周期性を利用して、 $f=12.8 \text{ KHz}$ ならば $8 \times 2 = 16$ 個で済ませることができる。大抵のROMの効率化ができる。

[0017] S23では特定の k において、

[0018]

[数4]

$$\begin{aligned} \text{XR}(k) &= X(n) \cos(2\pi/N \cdot k \cdot n) \\ \text{XI}(k) &= X(n) \sin(2\pi/N \cdot k \cdot n) \end{aligned}$$

を計算する。[0019] S24ではスペクトルの平均化を下記のように実行する。

[0020]

[数5]

$$\text{XRM}(n) = \text{XRM}(n) + \frac{\text{XR}(n) - \text{XRM}(n)}{16}$$

$$\text{XIM}(n) = \text{XIM}(n) + \frac{\text{XI}(n) - \text{XIM}(n)}{16}$$

S25ではバダーを次式により計算する。

[0021]

$$P(k) = \text{XRM}(k) \cdot \text{XRM}(k) + \text{XIM}(k) \cdot \text{XIM}(k)$$

S26では、今回計算したバダーがこれまでの最大値 $\text{RMAX}(k)$ よりも大きい場合、 $P(k)$ を $\text{PMA}(k)$ に置き換える。こうすることにより、ノックが発生した時のバダーをとらえることができ、 S/N を向上させることができる。S27ではA/D変換終了タイミンになったか否かを判断し、YESならばS29へ、NOならばS28へ進む。S28では、A/D変換サンプル周波数（S22の実行周期）を所定値にするために時間調整をして、S22へ戻る。S29でルーチンが終了する。

[0022] 図6はA/D終了タイミンでの処理内容を示すフローチャートである。S30からルーチンが始まり、S31でノック判定レベルを明せば下式のように計算する。

[0023]

[数7]

$$V_m(k) = K \cdot \text{VAL}(k, cv) \times \text{VMEAN}(k, cv)$$

ここで、 k は周波数を表すインデックス、 cv は気筒数を表すインデックス、 $V_m(k)$ はノック判定レベル、 $K \cdot \text{VAL}(k, cv)$ はエンジン条件、周波数、気筒毎に設定される係数、 $\text{VMEAN}(k, cv)$ は周波数、気筒毎の $\text{PMA}(k)$ の平均レベルである。

[0024] こうすることにより、気筒別、周波数別にノック判定レベルを作成することができる。ノック検出精度を高めることができる。S32では、周波数毎の振動バダーの最大値 $\text{PMA}(k)$ とノック判定レベル $V_m(k)$ とを比較し、 $\text{PMA}(k)$ が $V_m(k)$ 以上の場合ノックと判定する。このS31とS32では複数のノック周波数について実行する。そして、複数のノック判定された場合は今回の燃焼中にノックありと判断する。

[0025] S33ではその結果をポート出力する。例えば、ノックありの場合、あるポートを0にし、なしの場合1にする。ECM4はこのポートを読んで、点火時

$$\text{XR}(n) - \text{XRM}(n)$$

$$\text{XI}(n) - \text{XIM}(n)$$

16

[数6]

期等によりノック制御を行う。S35でルーチンが終了する。

[0026]

【発明の効果】本発明は下記効果を有するため、精度の高いノック制御が可能となる。

①ノックゲートを自由に設定できる。

[0027] ②ゲート終了からノック判定までの時間が短いので、ノック判定結果をすばやく点火時期等に反映することができる。

③スペクトルの平均レベルでノック判定するので、回転数毎にデータ数が変わっても判定に支障を来さない。

[0028] ④ゲート区間内での振動バダーの最大値を求めることができるため、 S/N を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のクレーム対応図である。

【図2】ゲート期間とノックセンサ信号波形図である。

【図3】本発明装置の一実施例を示すブロック図である。

【図4】BTDC10℃Aタイミンで実行されるDSPの処理内容を示すフローチャートである。

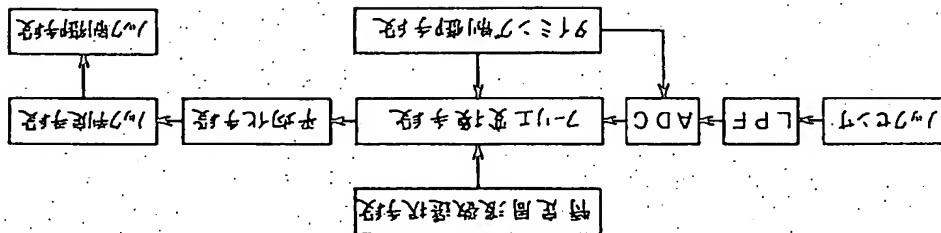
【図5】A/D変換開始タイミンで実行されるDSPの処理内容を示すフローチャートである。

【図6】A/D変換終了タイミンで実行されるDSPの処理内容を示すフローチャートである。

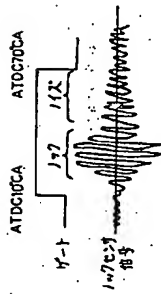
【図7】A/D変換開始、終了タイミンを示す図である。

【符号の説明】
1 ノックセンサ
2 ローパスフィルタ
3 デジタルシグナルプロセッサ
3a A/D変換器
4 エンジン制御マイクロコンピュータ

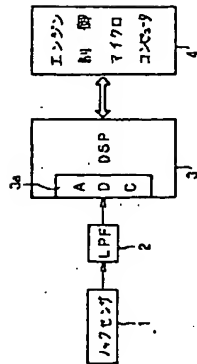
【図1】



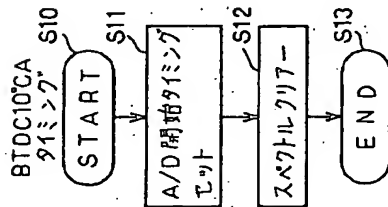
【図2】



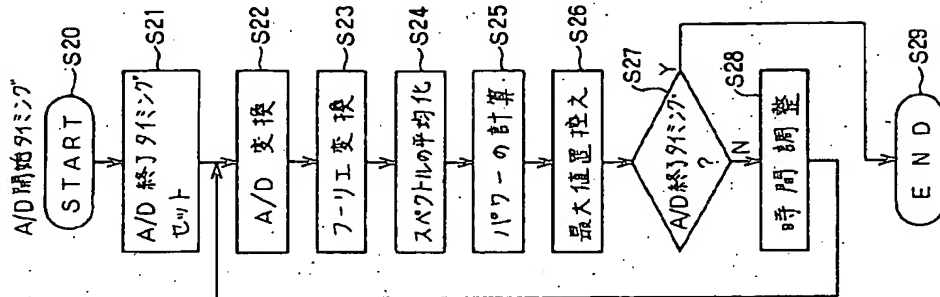
【図3】



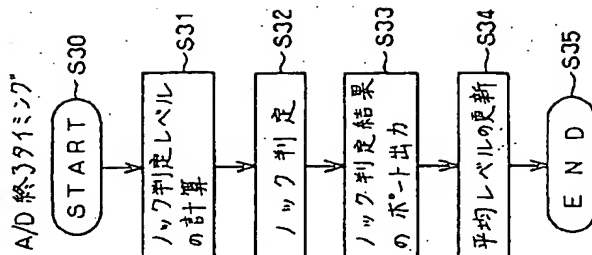
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| インジウム酸 (~ 100 rpm) | 8 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 |
| A D M 15 (CA) | 10 | 10 | 10 | 8 | 6 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| A D 特 (CA) | 70 | 70 | 70 | 70 | 70 | 65 | 65 | 60 | 60 | 60 |